

# USPJEH POŠUMLJAVANJA JEDNOGODIŠNJIM (1+0) I ŠKOLOVANIM (1+1) SADNICAMA DIVLJE KRUŠKE (*PYRUS PYRASTER* BURGSD.)

## FIELD PERFORMANCE AFTER REFORESTATION WITH ONE YEAR OLD NON-TRANSPLANTED (1+0) AND TRANSPLANTED (1+1) SEEDLINGS OF WILD PEAR (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.)

<sup>1</sup>Damir DRVODELJIĆ, <sup>1</sup>Milan ORŠANIĆ, <sup>2</sup>Zoran ZEMAN

### Sažetak:

U radu se prikazuju trogodišnji rezultati pošumljavanja jednogodišnjim (1+0) i školovanim (1+1) sadnicama divlje kruške. Pokusi su osnovani na neobrasloj površini u odsjeku 5b G. J. Dubrava-Mokrice, kojom gospodari Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tlo je pseudoglejno, a nadmorska visina iznosi od 125–130 m. Istraživano je preživljenje, visinski i debljinski rast, broj primarnih grana i vitalitet sadnica. Školovane sadnice pokazale su bolje preživljenje u odnosu na neškolovane.

Razlika u preživljenju u korist školovanih sadnica povećava se s brojem vegetacija na terenu, odnosno starosti sadnica (9,9%, 10,9%, 12,3%). Kod neškolovanih sadnica evidentirano je u prosjeku 1,57 % veće odumiranje vršnog izbojka. Nakon tri vegetacije na terenu, prosječna visina neškolovanih sadnica iznosila je 762 mm (360–1640 mm), a školovanih 1142 mm (520–2050 mm). Prosječni promjer vrata korijena neškolovanih sadnica iznosio je 12,15 mm (5,71–22,80) a školovanih 15,36 mm (6,49–26,29). Utvrđene su statistički značajne razlike u visinama sadnica s obzirom na tretiranja, datume mjerenja i datum\*tretiranje, odnosno u slučaju promjera vrata korijena s obzirom na tretiranja i datume mjerenja. Školovane sadnice imale su prosječno 392 mm veću visinu i 3,28 mm veći promjer vrata korijena od neškolovanih i statistički su se značajno razlikovale. Utvrđena je statistički značajna razlika u visinama i promjerima vrata korijena neškolovanih i školovanih sadnica u svim datumima mjerenja. Pri kraju četvrte vegetacije na terenu, školovane sadnice imale su prosječno više primarnih grana za razliku od neškolovanih, dok je prosječni vitalitet bio podjednak.

Pošumljavanje sadnicama divlje kruške moguće je obaviti neškolovanim i školovanim biljkama, no zbog ekonomičnosti u rasadničkoj proizvodnji i kod pošumljavanja, uporabu većih i starijih sadnica treba strogo ograničiti samo na onim terenima gdje su uvjeti za preživljavanje lošiji.

**KLJUČNE RIJEČI:** divlja kruška, pošumljavanje, sadnice, školovane biljke, preživljavanje, visinski rast, debljinski rast

<sup>1</sup> Dr. sc. Damir Drvodelić, prof. dr. sc. Milan Oršanić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, HR-10000 Zagreb, Svetošimunska 25

<sup>2</sup> Zoran Zeman, Rečica Kriška 98, 10315 Novoselec

## Uvod

### Introduction

S obzirom na globalne klimatske promjene, u posljednjem se desetljeću u mnogim Europskim zemljama pozornost posvećuje rijetkim drvenastim vrstama koje mogu uspijevati u aridnim ekološkim uvjetima. Jedna od takvih vrsta je divlja kruška. Divlja kruška je značajna i pojedinačno prisutna vrsta drveća i u ruralnom krajoliku i u šumskim fitocenozama (Roloff, 1998). Prema Prpiću (2003) porazna je činjenica koju je objavio WWF 1999. godine, kako je prirodno biološko bogatstvo zemlje u razdoblju od 1970. do 1995. umanjeno za 30%. Sabiranje sjemena, proizvodnja sadnica i unošenje u šume voćkarica doprinosi su zaustavljanju i poboljšavanju navedenog stanja.

Areal rasprostranjenja divlje kruške obuhvaća zapadnu Aziju i čitavu Europu, izuzev Skandinavije i sjevernih dijelova Rusije. U brdima se penje do većih nadmorskih visina za razliku od divlje jabuke (Herman, 1971). Prema Šumarskoj enciklopediji (1983) raširena je u termofilnim šumama i šikarama gotovo cijele južne (osim Korzike i Baleara, srednje i južne Grčke), srednje te jednog dijela istočne Europe, zatim Male Azije sve do krajnjih obala Kaspijskog jezera. Na sjever dopire do sjeverne Njemačke i Poljske. U planine ide rijetko preko 1500 m, iako se pojedinačna stabla nalaze na nekim našim planinama (na južnim padinama) još i na 1500 m. Vrbancu i dr. (2007) pišu kako je drobnica ili divlja kruška izrazito spororastuće stablo, i u prirodnom je okolišu (ponajprije u šumi) najčešća vrsta kruške. Prema Šatalić i Štambuk (1997), u Republici Hrvatskoj se pojavljuje u zonama bijeloga graba, hrasta kitnjaka te hrasta lužnjaka i jasena. U planinama se rijetko pojavljuje iznad 1000 m, iako se pojedinačna stabla mogu naći na južnim padinama nekih naših planina i na 1500 m nadmorske visine. Orešković i dr. (2006) navode kako je divlja kruška kod nas pratitelj listopadnih šuma, posebice sladuna i cera. Divlja kruška je vrsta široke ekološke valencije, pa u skladu s tim pridolazi u mnogim biljnim zajednicama kao sporadična vrsta s vrlo malim učešćem. U dosadašnjim fitocenološkim istraživanjima šumskih zajednica kolinskog (brežuljkastog) pojasa u Republici Hrvatskoj (Vukelić i Rauš, 1998), divlja kruška je pronađena u devet fitocenoza (*Betulo-Quercetum petraeae* Tx. 1937; *Carici pilosae-Fagetum sylvatica*; *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horv. 1938) Borh. 1963; *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić (1990) 1991; *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae*; *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* Vukelić 1991; *Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. 1958; *Ostryo-Quercetum pubescentis* i *Querco-Castanetum sativae* Ht. 1938).

Herman (1971) piše kako divlja kruška raste kao grm, a samo ponekad kao stablo s jako razvijenim korijenskim sustavom i kuglastom krošnjom, u kojoj su grane uspravljene. Stabla divlje kruške rastu sporo, ali u vrlo povoljnim staniš-

nim uvjetima postižu visine do 20 m i promjer do 0,5 m. Debla takvih stabala su pravna, vitka i čista od grana na dužini otprilike jedne trećine visine stabla. U nepovoljnim stanišnim uvjetima, kao i u sastojinskom sklopu debla su često kriva, a krošnja nepravilna i voluminozna. Za pravilan rast i razvoj traži hranjiva, duboka i svježa do vlažna ilovasta tla s vapnenom geološkom podlogom te slobodne položaje.

Plodovi predstavljaju izvrsnu hranu za jelensku, srneću i crnu divljač, a pogodni su i za destiliranje. Prema Čomiću (<http://www.lovestvo.info/radovi/divljakruska.pdf>), u ishrani medvjeda (*Ursus arctos arctos* L.) plod divlje kruške sudjeluje do 20 %, a jedno prosječno stablo (projekcija krošnje oko 25 m<sup>2</sup>) daje oko 50 kg svježih plodova. Divlja kruška obilnije plodonosi svake druge godine (50/2 = 25 kg/godišnje). Na 1000 ha lovno produktivne površine medvjeda treba imati oko 50 prosječno razvijenih stabala divlje kruške. Prema istraživanjima Paganová (2009), sva istraživana stabla divlje kruške u Republici Slovačkoj imala su male plodove do 30 mm, što je prema Wagneru (1995, 1996) i Hoffmannu (1993) tipično za ovu vrstu. Također, sve biljke imale su na izbojcima trnove, što se prema Voltasu i dr. (2007) ne smatra pouzdanim indikatorom divlje kruške, iz razloga što neki jestivi varijeteti također imaju trnove. Prema Vrbancu i dr. (2007), plodovi drobnice užitni su svježi, sušeni ili prerađeni. U zdravstvu još uvijek vrijedi da njezini listovi i kora djeluju antiseptički te da plodovi blagotvorno djeluju na probavu. Drobnica je poznata medovita sorta, daje aromatičan med. Najpogodnija je podloga za plemenite sorte krušaka. Svježi plodovi divlje kruške sadrže u prosjeku oko 24 % vode, 3–13 % šećera, 0,2 % uglavnom jabučne kiseline, 0,4 % bjelanchevine, 0,3 % masti, 3,5 % pektina, 2,5 % neprobavljivih tvari, vitamin A i C, te minerale: kalij, fosfor, magnezij i spojeve kalcija. U ljudskoj ishrani koristi se zreli plod za rakiju, marmeladu, džemove. U narodnoj medicini plod kruške se upotrebljava za voćni čaj protiv kašlja, upala, promuklosti, a povoljno djeluje na sluznicu crijeva (Čomić, <http://www.lovestvo.info/radovi/divljakruska.pdf>).

S obzirom da je divlja kruška sporo rastuća vrsta, ona traži mnogo njege. Sušu podnosi dobro i otporna je na mraz. Spada u red heliofilnih do semiheliofilnih vrsta drveća. Prema Kotaru i Brusu (1999) doživi starost do 150 godina. Spada u skupinu ugroženih vrsta drveća i u budućnosti bi joj trebalo posvetiti veću pozornost i u temama znanstvenih istraživanja i u operativi, kako ne bi nestala iz naših šuma.

Divlja kruška kao sporedna vrsta drveća pripada u šumsko voće koje doprinosi biološkoj raznolikosti sastojina, služi kao potpora glavnim vrstama drveća i poboljšava kvalitetu tla. Uz sve to, pojedine voćkarice imaju izuzetno kvalitetno drvo koje postiže visoku cijenu i sve je veća potražnja za njim. Dubravac i dr. (2008) piše kako nekontrolirana sječa tržišno vrijednih vrsta drveća (divlja trešnja, divlja kruška

i dr.) u privatnim šumama može trajno narušiti njihovu biološku raznolikost. U kolinskom vegetacijskom pojasu u Republici Hrvatskoj uz divlju krušku, sporadično pridolazi i brekinja (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), oskoruša (*Sorbus domestica* L.), divlja trešnja (*Prunus avium* L.) i divlja jabuka (*Malus sylvestris* (L.) Mill.). Šumsko drveće i grmlje, posebice šumsko voće, služi kao hrana mnogim životinjskim vrstama koje obitavaju u šumi. Prema Šataliću i Štambuku (1997) šumsko voće koje raste u našim šumama itekako je važno za stabilnost šuma, kao i zbog ekonomskog značenja.

Divlja kruška je višestruko vrijedna i korisna voćkarica zbog: prehrambene vrijednosti (proizvodnja destilata, meda,...), potreba u voćarstvu (služi kao podloga za kalemljenje plemenitih sorti krušaka), drva, izvora hrane za šumske životinje, a doprinosi biološkoj raznolikosti i stabilnosti šumskog ekosustava. Neke od potrebnih mjera koje treba poduzeti u budućnosti kako bi divlju krušku zadržali u našim šumama i povećali njeno učešće su: razraditi tehnologiju rasadničarske proizvodnje sadnica golog i obložnog korijena, utvrditi optimalnu veličinu i dob sadnica za točno određene stanišne uvjete, definirati potrebne uzgojne mjere za krušku, povećati učešće sadnica divlje kruške sadnjom u prirodne šumske sastojine, posebice na ona staništa koja su optimalna za njen rast, saditi sadnice na rubove šuma kao i na neobrasle šumske površine gdje nema konkurencije drugih vrsta, educirati šumare u praksi o važnosti i ulozi šumskog voća u prirodnim sastojinama.

Lombard i Westwood (1987) i Postman (1992) pišu kako se u cijelom Svijetu sadnice divljih vrsta roda *Pyrus* L. koriste kao podloge za cijepljenje kultiviranih sorti krušaka. Sadnice vrsta roda *Pyrus* L. potencijalno su kompatibilne s ostalim rodovima iz potporodice *Maloideae* uključujući rodove *Amelanchier*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Malus*, *Mespilus*, *Peraphyllum*, *Sorbus* i druge. Obična dunja *Cydonia oblonga* tradicionalno se koristi kao patuljasta podloga za jestive sorte krušaka. Hartmann i dr. (1990) opisuju rasadničku proizvodnju sadnica divlje kruške za podloge. Autori pišu kako se sjeme sije u proljeće na dubinu od 13 mm, a sadnice uzgajaju u sjemeništu rasadnika samo jednu vegetaciju. Sljedeće proljeće sadnice se vade iz sjemeništa, pri čemu se obavlja orezivanje previše dugačkog korijena te skraćivanje svih lateralnih grana. Nakon vađenja i dorade sadnice se presađuju u redove rastilišta na školovanje. Nakon druge vegetacije podloge su dovoljno velike da bi se moglo provesti jesensko okuliranje.

Prema Stilinoviću (1987) vrste roda *Pyrus* sp. interesantne su za pejzažnu arhitekturu, a mogu se razmnožavati sjemenom ili cijepljenjem na podlogu divlje kruške u slučaju proizvodnje voćnih sorti. Kao metode kalemljenja voćnih sorti na podlogu divlje kruške predlaže se obično spajanje, cijepljenje triangulacijom, pod koru, englesko spajanje i okuliranje, s time da se kopuliranje provodi u mjesecu ožujku (na otvorenom), a okuliranje u kolovozu. Ovisno o metodi

cijepljenja i željenom cilju, cijepliti se može u području vrata korijena ili u kruni podloge (Tucović i Stilinović, 1969).

Matić i Delač (2008) pišu kako je drvo divlje kruške teško, čvrsto i trajno te ima široku uporabu. Njezin furnir ima visoku cijenu, a tražena je kao stolarsko i tokarsko drvo.

O rasadničkoj proizvodnji sadnica divlje kruške piše svega nekolicina autora. Prema Piotto i DiNoi (2003), odmah nakon sakupljanja potpuno zrelih plodova treba ukloniti mesnato usplođe (arilus) zbog moguće upale sjemena i šteta od ptica i glodovaca. Sjeme se sije odmah nakon sakupljanja, bez predstjetvene pripreme. Drugi način je sjetva krajem zime ili početkom proljeća sa sjemenom koje je stratificirano topolo-vlažnim (2–4 tjedna) i hladno vlažnim (12–16 tjedana) postupkom. Nakon savladavanja dormantnosti, klijanje sjemena potiču značajnije temperaturne varijacije (topli dani, hladne noći). U prirodi su takvi uvjeti karakteristični za kraj zime i početak proljeća. Konstantne temperature od 20 °C induciraju sekundarnu dormantnost kod sjemena koje nije dormantno, tako da treba izbjegavati sjetvu u kasno proljeće kada je temperatura tla visoka. Prema Regentu (1980) sjeme divlje kruške ima dormantan embrio i ne zasije li se odmah nakon sabiranja valja ga stratificirati. Za stratifikaciju autor predlaže držanje sjemena 40–90 dana u vlažnom pijesku na temperaturi od 0–7 °C, a prije samog stratificiranja sjeme je preporučljivo močiti u tekućoj vodi 6 dana. Sjeme klija nadzemno, a prosječna klijavost nestratificiranog kruškino sjemena iznosi oko 1%, a stratificiranog oko 65% (41–98%). Prema Oreškoviću i dr. (2006), postotak klijavosti divlje kruške iznosio je samo od 1 do 2%. Najbolji rezultat u stratifikaciji postignut je u smjesi dravskog pijeska i treseta u omjeru 50:50, a najbolje nicanje biljaka postiže se sjetvom iste godine nakon sakupljanja i dorade.

Čmelik i Perica (2007) pišu kako sjeme većine voćnih vrsta, posebice voćaka koje pripadaju porodici *Rosaceae*, očituje fiziološki oblik dormantnosti. Pri tomu su uočene dvije nezavisne komponente fiziološke dormantnosti: dormantnost koju izaziva omotač sjemenke (testa = sjemenjača + endosperm = eksterna dormantnost) i dormantnost embrija (interna) koja je genetičke prirode i manifestira se kasnije tijekom klijanja. Stratifikacija sjemena voćaka kao praktični postupak eliminacije dormantnosti odavno je poznata, a za pojedine vrste voćaka u literaturi se navode uvjeti stratifikacije (npr. Westwood i Bjornstad, 1968; Seeley i Damavandy, 1985; Jensen i Eriksen, 2000; Webster, 2005; i dr.). Young i Young (1992) pišu kako se dormantnost sjemena divlje kruške savladava hladnom stratifikacijom u trajanju od 130 dana na temperaturama od 5 °C. Kao alternativa ispitivanja klijavosti navodi se metoda rastenja oslobođenih embrija. Stilinović (1987) piše kako sjeme kruške treba stratificirati u trajanju od 10–12 tjedana na temperaturi između 2–6 °C. Prema Ellisu i dr. (1985) i Macdonaldu (1986), sjeme kruške treba stratificirati kroz 60 do 100 dana na temperaturi od 4 °C. Tako stratificirano sjeme klija u periodu

od 5 do 30 dana na temperaturi od 20 °C. Prama ISTA Pravilima dormantnost sjemena vrsta roda *Pyrus* spp. savladava se hladnom stratifikacijom u trajanju od 3–4 mjeseca na temperaturama od 3–5 °C. Nakon savladavanja dormantnosti sjemena, klijavost se ispituje na podlozi od pijeska i na promjenjivim temperaturama od 20–30 °C. Prvo brojanje obavlja se 7 dana, a posljednje 28 dana koliko i traje postupak ispitivanja. Zbog izražene dormantnosti sjemena, ISTA Pravila ne preporučuju ispitivanje klijavosti, već vitaliteta sjemena metodom tetrazola ili metodom rastenja oslobođenih embrija. Ukoliko se klijavost djelomično dormantnog sjemena kruške ispituje na temperaturama većim od 20 °C, dolazi do razvoja sekundarne dormantnosti (Young i Young, 1992). Piotto i DiNoi (2003) pišu kako se sjeme kruške sa sadržajem vlage od 6–15% (obično 9–10%) može čuvati u hermetički zatvorenim posudama na temperaturi između –3 °C do –1 °C. Sjeme kruške ima oko 31 sjemenku u gramu, a sjetva se obavlja u redove sa 32–48 sjemenki po dužnom metru (Young i Young, 1992). Prema Regentu (1980) dubina u slučaju proljetne sjetve iznosi oko 1 cm, dok Stilinović (1987) navodi dubinu sjetve od 2–3 cm. Sadnice kruške ponekad napada pepelnica jabuke (*Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh.) E.S. Salmon) kao i bolest truleži korijena (Gill i Pogge, 1974).

## Područje istraživanja

### Investigation area

Pokusi su osnovani na neobrasloj površini u odsjeku 5b G. J. Dubrava-Mokrice, kojom gospodari Šumarski fakultet u Zagrebu. Površina odsjeka iznosi oko 1,3 ha. Pokusna ploha nalazi se nadmorskoj visini od 125–130 m. Odsjek 5b bio je u početku pošumljen bagremom, nakon čega se dogodila vjetroizvala pa su stradala sva stabla, a površina se prepustila prirodnoj sukcesiji. Gospodarska jedinica Dubrava-Mokrice zauzima površinu od 164 ha, a nalazi se između sela Kobiljak, Kraljevački Novaki i Šija vrh (20-ak km istočno od Zagreba). Teren je ravan i djelomično izbrazdan jarcima koji se ulijevaju u potočice Kobiljak i Budanec. Šuma se nalazi na nadmorskoj visini od 120 do 148 m na padinama diluvijalnih brežuljaka, na pseudoglejnim tlima (Matić i Oršanić, 1998).

## Materijali i metode

### Materials and methods

U proljeće 2007. godine obavljeno je pošumljavanje jedno-godišnjim neškolovanim (1+0) i dvogodišnjim školovanim (1+1) sadnicama divlje kruške. Sadnice su uzgojene u rasadniku u arboretumu "Šumski vrt" Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Sadnja je obavljena u jame s razmakom 1x1 m. Prilikom sadnje nije se dodavalo startno gnojivo. Pokus je osnovan u slučajnom blok rasporedu sa dva ponavljanja.

**Tablica 1.** Klasifikacija vitaliteta lista (Savolainen i dr., 2004)

**Table 1** Classification of leaf vitality (Savolainen et al., 2004)

Postotak suhog lista na sadnici (%) Percentage of dry leaves on seedling (%)	Vitalitet (stupnjevanje) Vitality (grades)
< 10	5,0
10–20	4,5
20–30	4,0
30–40	3,5
40–50	3,0
50–60	2,5
60–70	2,0
70–80	1,5
80–90	1,0
> 90	0,5

Ukupno je posađeno 144 komada jednogodišnjih i 128 komada dvogodišnjih školovanih sadnica. U iduće tri godine (2008–2010), na početku nove vegetacije, registrirano je preživljenje i obavljeno mjerenje visina i promjera vrata korijena sadnica. Visine sadnica mjerene su mjernom letvom, a promjer vrata korijena digitalnom pomičnom mjerkom sa točnošću 0,01 mm. Pri kraju četvrte vegetacije na terenu (15.9.2010.) na biljkama je evidentiran broj primarnih grana (kom) i obavljena je procijena vitaliteta sadnica prema Savolainenu i dr. (2004) kao što je prikazano u tablici broj 1. Svake godine na pokusnim plohama obavljeno je mehaničko uništavanje korovske i drvenaste vegetacije.

## Rezultati istraživanja

### Research results

U tablici 2. prikazani su rezultati preživljenja (%) neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu

Iz tablice 2. vidljivo je kako su školovane sadnice (B), u sve tri godine istraživanja, pokazale bolje preživljenje u odnosu na neškolovane sadnice (A). Razlika u preživljenju u korist školovanih sadnica se povećava s brojem vegetacija na terenu, odnosno starosti sadnica (9,9 %, 10,9 %, 12,3 %).

Iz tablice 3. razvidno je kako je u slučaju neškolovanih sadnica (A), u sve tri godine istraživanja, prisutno veće odumiranje vršnog izbojka u odnosu na školovane biljke (B). Najveća razlika u odumiranju vršnog izbojka (2,8%) dobivena je kod prve izmjere nakon jedne vegetacije na terenu. Kod neškolovanih sadnica evidentirano je u prosjeku 1,57 % veće odumiranje vršnog izbojka za razliku od onih školovanih.

U tablici broj 4. prikazani su rezultati deskriptivne statistike visina i promjera vrata korijena neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške nakon sadnje odnosno nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.



**Tablica 2.** Preživljenje (%) neškolovalanih (A) i školovalanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu

**Table 2** Survival (%) of non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) after the first, second and third field season

Varijante Variant	N	Preživljenje (%) Survival (%)		
		14.04.2008.	23.03.2009.	07.04.2010.
A	144	79,9	74,3	72,9
B	128	89,8	85,2	85,2

Nakon svake vegetacije školovalane sadnice (B) divlje kruške imale su veću visinu i promjer vrata korijena od neškolovalanih. Nakon tri vegetacije na terenu prosječna visina neškolovalanih sadnica iznosila je 762 mm (360–1640 mm), a školovalanih 1142 mm (520–2050 mm). Prosječni promjer vrata korijena neškolovalanih sadnica divlje kruške nakon tri vegetacije na terenu iznosio je 12,15 mm (5,71–22,80 mm) odnosno školovalanih 15,36 mm (6,49–26,29 mm).

Analizom varijance ponovljenih mjerenja dobivene su statistički značajne razlike u visinama sadnica divlje kruške s obzirom na tretiranja ( $F = 142,066$ ,  $p = 0,000000$ ), datume mjerenja ( $F = 820,051$ ,  $p = 0,000000$ ) odnosno datum\*tretiranje

**Tablica 3.** Postotak živih neškolovalanih (A) i školovalanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) odumrlog vršnog izbojka nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu

**Table 3** Percentages of survived non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) with dead terminal shoot after the first, second and third field season

Varijante Variant	N	Žive sadnice odumrlog vršnog izbojka (%) Live seedlings with dead terminal shoot (%)		
		14.04.2008.	23.03.2009.	07.04.2010.
A	144	8,3	7,6	8,3
B	128	5,5	7,0	7,0

( $F = 2,646$ ,  $p = 0,048256$ ). Školovalane sadnice (varijanta B) imale su prosječno 392 mm veću visinu od neškolovalanih (varijanta A) i statistički su se značajno razlikovale ( $p = 0,000009$ ). Tukeyevim HSD-testom utvrđene su statistički značajne razlike u visinama sadnica između svih datuma mjerenja, što znači kako su neškolovalane i školovalane sadnice visinski prirašćivale tijekom razdoblja mjerenja. S obzirom na varijabilnost datum\*tretiranje nisu utvrđene statistički značajne razlike u visinama školovalanih sadnica mjerenih 21.3.2007. i neškolovalanih sadnica mjerenih 23.3.2009. godine, te između školovalanih sadnica mjerenih 14.4.2008. i neškolovalanih sadnica mjerenih 7.4.2010.

**Tablica 4.** Deskriptivna statistika visina i promjera vrata korijena neškolovalanih (A) i školovalanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) nakon sadnje odnosno nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

**Table 4** Descriptive statistics for height and root collar diameter of non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) after planting, i.e. after the first, second and third field season.

	Datum Date	Varijante Variant	N	Mean	Median	Min.	Max.	Variance	Std.Dev.
Visina (mm) Height (mm)	21.03.2007.	A	124	216	191	37	603	12528	112
	14.04.2008.		115	427	393	155	884	28608	169
	23.03.2009.		108	592	555	225	1200	37385	193
	07.04.2010.		105	762	720	360	1640	53876	232
	21.03.2007.	B	114	576	561	156	1274	60818	247
	14.04.2008.		115	793	750	241	1735	95278	309
	23.03.2009.		109	1007	930	390	1896	113655	337
	07.04.2010.		108	1142	1095	520	2050	123791	352
Promjer (mm) Diameter (mm)	21.03.2007.	A	124	6,43	6,22	3,00	10,50	2,38	1,54
	14.04.2008.		116	8,06	7,60	3,43	13,57	4,01	2,00
	23.03.2009.		108	9,65	9,54	5,01	15,72	5,03	2,24
	07.04.2010.		107	12,15	11,91	5,71	22,80	7,79	2,79
	21.03.2007.	B	114	9,38	9,38	3,58	15,26	5,76	2,40
	14.04.2008.		115	11,54	11,47	5,37	18,62	8,49	2,91
	23.03.2009.		109	12,86	12,45	6,19	21,05	11,22	3,35
	07.04.2010.		109	15,36	14,65	6,49	26,29	17,47	4,18

**Tablica 5.** Analiza varijance ponovljenih mjerenja za visinu neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyraeaster* Burgsd.) nakon sadnje odnosno nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

**Table 5** Variance analysis of repeated measurements of height of non-transplanted (A) and transplanted (B) wild pear seedlings (*Pyrus pyraeaster* Burgsd.) after planting, i.e. after the first, second and third field growing season.

Izvor varijabilnosti Source of variability	SS	DF	MS	F	p
Intercept	400337495	1	400337495	1815,156	0,000000
Tretiranje / Treatment	31332980	1	31332980	142,066	0,000000
Error	44551643	202	220553		
Datum / Date	35884781	3	11961594	820,051	0,000000
Datum*tretiranje / Treatment*dates	115801	3	38600	2,646	0,048256
Error	8839358	606	14586		

Na slici 1. prikazan je visinski rast neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

Analizom varijance ponovljenih mjerenja dobivene su statistički značajne razlike u promjerima vrata korijena sadnica divlje kruške s obzirom na tretiranja ( $F = 84,838$ ,  $p = 0,000000$ ) i datume mjerenja ( $F = 655,269$ ,  $p = 0,000000$ ). Školovane sadnice (varijanta B) imale su prosječno 3,28 mm veći promjer vrata korijena od neškolovanih (varijanta A) i statistički su se značajno razlikovale ( $p = 0,000009$ ). Tukeyevim HSD-testom utvrđene su statistički značajne razlike u promjerima vrata korijena sadnica između svih datuma mjerenja, što znači kako su neškolovane i školovane sadnice debljinski prirašćivale tijekom razdoblja mjerenja. S obzirom na varijabilnost datum\*tretiranje nisu utvrđene statistički značajne razlike u promjerima vrata korijena između školovanih sadnica mjerenih 21.3.2007. i neškolovanih sadnica mjerenih 23.3.2009. godine, između školovanih

sadnica mjerenih 14.4.2008. i neškolovanih sadnica mjerenih 7.4.2010. te između školovanih sadnica mjerenih 23.3.2009. i neškolovanih sadnica mjerenih 7.4.2010.

Na slici 2. prikazan je debljinski rast neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

Na slikama 3. i 4. prikazane su visine i promjeri vrata korijena neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške nakon treće vegetacije na terenu – 7.4.2010. godine.

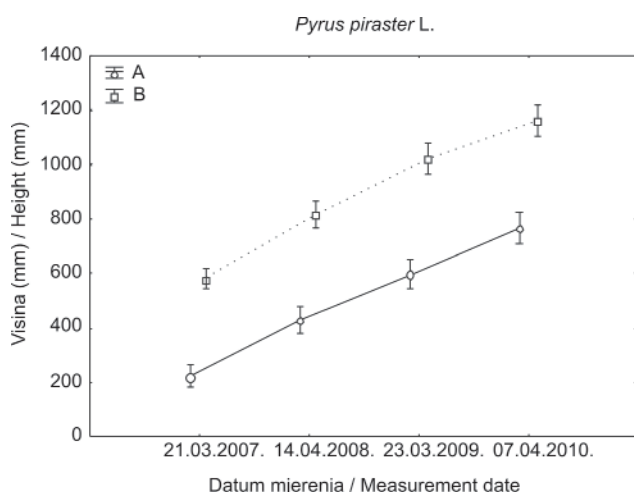
U tablici 7. prikazani su rezultati Mann-Whitney U testa za visinu i promjer vrata korijena neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške nakon sadnje odnosno nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

Mann-Whitneyevim U testom utvrđena je statistički značajna razlika u visinama i promjerima vrata korijena između neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica u svim datumima mjerenja. Korelacija između visine i promjera vrata korijena neškolovanih sadnica nakon sadnje na terenu bila je pozitivna i značajna ( $R^2 = 0,69$ ), dok je u slučaju školovanih sadnica bila pozitivna i visoka ( $R^2 = 0,79$ ). Također je utvrđena pozitivna i visoka korelacija između visine i promjera vrata korijena neškolovanih ( $R^2 = 0,74$ ) odnosno školovanih ( $R^2 = 0,77$ ) sadnica nakon prve vegetacije na terenu. Korelacija između visine i promjera vrata korijena neškolovanih sadnica nakon druge i treće vegetacije na terenu je pozitivna i značajna ( $R^2 = 0,64$  i  $0,66$ ) odnosno u slučaju školovanih sadnica pozitivna i visoka ( $R^2 = 0,80$ ).

U tablicama 8. i 9. prikazana je deskriptivna statistika broja primarnih grana na sadnicama, kao i vitalitet pri kraju četvrte vegetacije na terenu.

Pri kraju četvrte vegetacije na terenu, školovane sadnice (varijanta B) imale su prosječno više primarnih grana od neškolovanih sadnica (varijanta A).

Pri kraju četvrte vegetacije na terenu, prosječni vitalitet neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica bio je podjednak i iznosio je oko 4,5, odnosno sadnice su u prosjeku imale od 10–20% suhog lišća.



**Slika 1.** Visinski rast neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyraeaster* Burgsd.) nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

**Figure 1** Height growth of non-transplanted (A) and transplanted (B) wild pear seedlings (*Pyrus pyraeaster* Burgsd.) after the first, second and third field growing season.

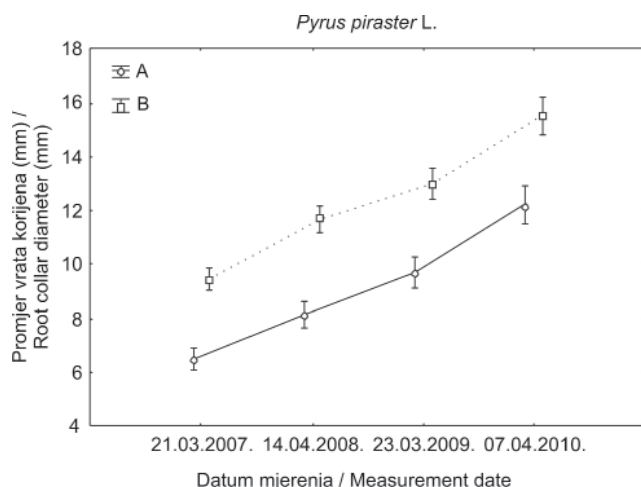
**Tablica 6.** Analiza varijance ponovljenih mjerenja za promjer vrata korijena neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) nakon sadnje odnosno nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

**Table 6** Variance analysis of repeated measurements of root collar diameter of non-transplanted (A) and transplanted (B) wild pear seedlings (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) after planting, i.e. after the first, second and third field growing season.

Izvor varijabilnosti Source of variability	SS	DF	MS	F	p
Intercept	95275,41	1	95275,41	3668,049	0,000000
Tretiranje / Treatment	2203,61	1	2203,61	84,838	0,000000
Error	5272,81	203	25,97		
Datum / Date	3795,09	3	1265,03	655,269	0,000000
Datum*tretiranje / Treatment*dates	9,39	3	3,13	1,622	0,183116
Error	1175,71	609	1,93		

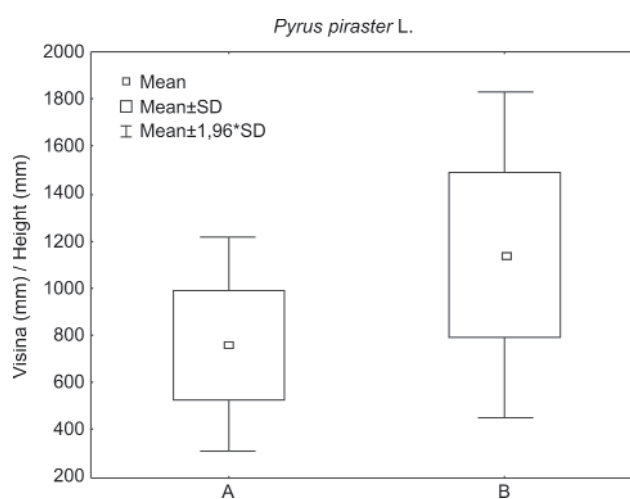
U tablici 10 prikazani su rezultati Mann-Whitney U testa za broj primarnih grana i vitalitet neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške pri kraju četvrte vegetacije na terenu (15.09.2010.)

Mann-Whitneyev U test pokazao je statistički značajnu razliku u broju primarnih grana između neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica pri kraju četvrte vegetacije na terenu (15.9.2010.), dok u slučaju vitaliteta sadnica razlika nije dobivena. Utvrđena je pozitivna i značajna korelacija između visine neškolovanih sadnica pri kraju četvrte vegetacije na terenu i broja primarnih grana ( $R^2 = 0,41$ ) odnosno između promjera vrata korijena i broja primarnih grana ( $R^2 = 0,42$ ). Korelacija između visine školovanih sadnica pri kraju četvrte vegetacije na terenu i broja primarnih grana je pozitivna i značajna ( $R^2 = 0,44$ ) odnosno između promjera vrata korijena i broja primarnih grana pozitivna i laka ( $R^2 = 0,27$ ).



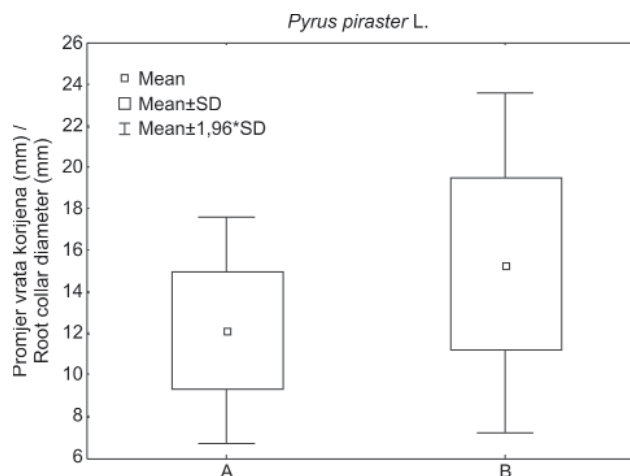
**Slika 2.** Debljinski rast neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

**Figure 2** Increment of non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) after the first, second and third field growing season.



**Slika 3.** Visina neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) nakon treće vegetacije na terenu – 7.4.2010. godine.

**Figure 3** Height of non-transplanted (A) and transplanted (B) wild pear seedlings (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) after the third field growing season – on 7 April 2010.



**Slika 4.** Promjer vrata korijena neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) nakon treće vegetacije na terenu – 7.4.2010. godine.

**Figure 4** Root collar diameter of non-transplanted (A) and transplanted (B) wild pear seedlings (*Pyrus pyrastrer* Burgsd.) after the third field growing season – on 7 April 2010.

**Tablica 7.** Mann-Whitney U test za visinu i promjer vrata korijena neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus piraster* L.) nakon sadnje odnosno nakon prve, druge i treće vegetacije na terenu.

**Table 7** Mann-Whitney U test for height and root collar diameter of non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus piraster* L.) after planting, i.e. after the first, second and third field growing season

	Datum Date	Rank Sum A	Rank Sum B	U	Z	p-level	Z	p-level	N (A)	N (B)
Visina (mm) Height (mm)	21.03.2007.	8854,000	19587,00	1104,000	-11,2400	0,000000	-11,2402	0,000000	124	114
	14.04.2008.	8615,000	17950,00	1945,000	-9,2506	0,000000	-9,2508	0,000000	115	115
	23.03.2009.	7472,500	16180,50	1586,500	-9,2973	0,000000	-9,2975	0,000000	108	109
	07.04.2010.	7590,000	15201,00	2025,000	-8,1054	0,000000	-8,1058	0,000000	105	108
Promjer (mm) Diameter (mm)	21.03.2007.	9878,000	18563,00	2128,000	-9,3101	0,000000	-9,3102	0,000000	124	114
	14.04.2008.	8913,500	17882,50	2127,500	-8,9447	0,000000	-8,9447	0,000000	116	115
	23.03.2009.	8373,500	15279,50	2487,500	-7,3489	0,000000	-7,3490	0,000000	108	109
	07.04.2010.	8881,000	14555,00	3103,000	-5,9413	0,000000	-5,9413	0,000000	107	109

**Tablica 8.** Deskriptivna statistika broja primarnih grana neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus piraster* L.) pri kraju četvrte vegetacije na terenu (15.09.2010.)

**Table 8** Descriptive statistics of the number of primary branches in non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus piraster* L.) at the end of the fourth field growing season (15/9/2010)

Varijanta Variant	N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std. Dev.
A	118	8,89	8,00	1,00	21,00	16,46	4,06
B	117	11,63	12,00	4,00	25,00	17,99	4,24

**Tablica 9.** Deskriptivna statistika vitaliteta neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus piraster* L.) pri kraju četvrte vegetacije na terenu (15.9.2010.)

**Table 9** Descriptive statistics for viability of non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus piraster* L.) at the end of the fourth field growing season (15/9/2010)

Varijanta Variant	N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std. Dev.
A	118	4,58	5,00	3,00	5,00	0,33	0,58
B	117	4,53	5,00	3,00	5,00	0,39	0,62

## Rasprava Discussion

Pod pošumljavanjem smatramo ručno ili mehanizirano (umjetno) podizanje šuma sadnjom sadnica ili sjetvom sjemena na golim površinama, koje su prije toga duže vrijeme bile bez šume i gdje je tlo izgubilo osobine šumskoga tla. Pošumljavanje obavljaмо pionirskim i prijelaznim vrstama drveća, čiji je zadatak da tijekom vremena tlu vrate ona biološka, pedofizikalna i pedokemijska svojstva koja imaju pod šumom formirana i očuvana šumska tla (Matić i Prpić 1983, Matić 1994, Matić i dr. 1997). Divlja kruška s obzirom na svoja biološka svojstva i ekološke zahtjeve pripada prema ovakvoj podjeli u prijelazne vrste šumskog drveća.

Regent (1980) piše kako su za sadnju na terenu dobre već jednogodišnje sadnice kruške (1+0). Prema Gill i Pogge (1974), za sadnju na terenu koriste se sadnice kruške 1+0 s nepodrežanim korijenom ili se korijen jednogodišnjih sadnica podrežuje na dubini od 15–20 cm nakon čega ostaju u rasadniku još jednu godinu i sade se na terenu kao 2+0 sadnice s podrežanim korijenskim sustavom. Prema Stelinoviću (1991), pitanje koje se odnosi na starost, uzgojno-tehnološki tip i veličinu sadnog materijala često se uzima u obzir zajedno s pitanjem gustoće sadnje, jer što su sadnice starije i razvijenije, to se po jedinici površine sadi manji broj biljaka kako bi se postigla potrebna obraslost površine predviđene za pošumljavanje. Odrasle i snažne sadnice



**Tablica 10.** Mann-Whitney U test za broj primarnih grana i vitalitet neškolovanih (A) i školovanih (B) sadnica divlje kruške (*Pyrus piraster* L.) pri kraju četvrte vegetacije na terenu (15.09.2010.)

**Table 10** Mann-Whitney U test for the numbers of primary branches and viability of non-transplanted (A) and transplanted (B) seedlings of wild pear (*Pyrus piraster* L.) at the end of the fourth field growing season.

Variable Variable	Rank Sum A	Rank Sum B	U	Z	p-level	Z	p-level	N (A)	N (B)
Broj grana (kom) / Number of branches (pcs)	11361,50	16368,50	4340,500	-4,91773	0,000001	-4,93408	0,000001	118	117
Vitalitet (1–5) / Viability (1–5)	14127,00	13603,00	6700,000	0,38958	0,696847	0,45394	0,649870	118	117

sadrže velike zalihe ugljikohidrata na koje se mogu oslanjati u procesu preživljenja i razvoja na novom staništu.

U našem istraživanju koristili smo jednogodišnje nepodrezane i dvogodišnje školovane sadnice divlje kruške, s time da školovanje u ovom slučaju zamjenjuje podrezivanje korijenskog sustava sadnicama u sjemeništu (*in situ*). Matić i Delač (2008) pišu da ukoliko želimo povećati gospodarsku i općekorisnu vrijednost naših šuma, posebno privatnih i onih degradiranih te sačuvati biološku raznolikost i ubrzati njihov razvoj, nužno je provoditi njegu čišćenjem i popunjavanjem s vrijednim vrstama drveća bjelogorice i crnogorice. U tu svrhu nužno je rabiti bjelogorične vrste iz roda divlje trešnje, kruške, jabuke te javora, jasena, lipe, mukinje, jarebrike, oskоруše, brekinje, sremze, oraha i drugih, pri čemu izbor vrsta drveća ovisi o stanišnim uvjetima koji vladaju na površini koja se tretira, gdje tlo i klima imaju odlučujuću ulogu. Kako bi se privela šumskoj kulturi obešumljena šumska i napuštena poljoprivredna zemljišta, nužno je podizati kulture plemenite bjelogorice i crnogorice. Vrste drveća koje imaju prijelazna svojstva, poput divlje kruške, mogu dobro uspijevati u širokom spektru stanišnih uvjeta s obzirom na svojstva tla i klime. Pionirske i prijelazne vrste drveća sposobne su da tijekom trajanja jedne ophodnje, odnosno njihovog gospodarskog i živornog vijeka, stvore takve uvjete u, i na tlu, koji će ići u prilog uspijevanju neke od klimatogenih vrsta drveća (jela, bukva i hrastovi). S obzirom na široku ekološku valenciju divlje kruške, našu pokusnu plohu osnovali smo na neobrasloj površini na kojoj je prije vjetroizvale bila umjetno podignuta mlada bagremova sastojina. Prijelazne vrste drveća značajne su kod podizanja novih šuma pošumljavanjem na tlima koja su izgubila svojstva šumskog tla, gdje stvaraju uvjete za povratak klimatogene vrste drveća. Dubravac i dr. (2008) također piše kako su površine koje su nekad bile pod šumom, a koje se vrlo često nalaze u neposrednoj blizini šuma (livade, pašnjaci, vrištine, bujadare i sl.) vrlo pogodne za pošumljavanje. Pokusnu plohu osnovali smo sadnjom sadnica na razmak 1x1 m (10000 sadnica/ha) tj. puno više od preporuka Matića i Delača (2008) koji govore kako se kulture divlje kruške osnivaju s 2500 sadnica/ha.

Prema Čomiću (<http://www.lovstvo.info/radovi/divljakruska.pdf>), tijekom redovitog pošumljavanja treba saditi oko

dvije sadnice/ha. Ovo pošumljavanje obavlja se uz sadnju osnovne vrste šumskog drveća, u svaki drugi red na razmaku oko 500 m. Na karakterističnim šumskim zemljištima za ovu voćkaricu treba formirati manje skupine divlje kruške (0,5–1,0 ha). Višestruko je korisno ako se divlje kruške u šumi kaleme plemkama visoke kvalitete. Uz odgovarajuće mjere uzgoja, održavanja, kontrole pojave bolesti i drugih mjera biološke zaštite, moguće je na kalemljenim stablima divlje kruške dobiti značajne prinose ove zdrave ljudske hrane.

Najčešće značajke kojima se služimo za procjenu kvalitete sadnica su visina, promjer vrata korijena, promjer ili visina pupa, stabilnost, odnos visine i promjera te odnos nadzemnog i podzemnog dijela biljke (Sutton 1979; Chavassee 1980; Jaramillo 1981). Veliki broj istraživača piše o korelacijama između različitih morfoloških značajki sadnica i preživljenja nakon sadnje na terenu (Curtis 1955; Blair i Cech 1974; Chavassee 1977; Schmidt-Vogt 1981). Korelacije između početnih visina sadnica i preživljenja često su proturječne (Anstey 1971; Mullin and Svaton 1972; Pawsey 1972). Općenito se za predviđanje preživljenja i rasta sadnica koristi promjer vrata korijena biljaka (Mullin and Christl 1981; Mullin and Christl 1982; Barnett 1984; Mexal and Landis 1990). U našim istraživanjima školovane sadnice s većim visinama i promjerima vrata korijena, u sve tri godine istraživanja, pokazale su bolje preživljenje u odnosu na neškolovane. Postotak preživljenja školovanih sadnica nakon tri vegetacije na terenu sporije opada nego u slučaju neškolovanih sadnica, što nam govori o većoj sigurnosti u uspjeh kod pošumljavanja školovanim sadnicama. Naši podaci slažu se s tvrdnjama od Stilinovića (1991) koji piše kako je na većini staništa postotak preživljenja školovanih biljaka uglavnom viši nego neškolovanih sadnica, ali su ukupni troškovi pošumljavanja znatno viši.

Kod neškolovanih sadnica evidentirano je u prosjeku nešto veće odumiranje vršnog izbojka za razliku od onih školovanih, što nam ukazuje na pozitivan utjecaj školovanja ili presadnje sadnica u rasadniku. Zbog razvijenijeg korijenskog sustava (veći volumen), školovane biljke otpornije su na nepovoljne abiotičke čimbenike (suša). Sadnice s većim visinama i promjerima vrata korijena koje se dobiju zadržavanjem biljaka jednu ili više vegetacija u rastilištu rasadnika mogu imati prednost na zakorovljenim i zamočvarenim sta-

ništima te u mrazištima. U ovim istraživanjima utvrđena je statistički značajna razlika u visinama i promjerima vrata korijena između neškolovanih i školovanih sadnica u svim datumima mjerenja, što nam govori kako su sadnice iz obje varijante stalno prirašćivale nakon presađnje na teren. Pošumljavanje je stoga moguće obaviti neškolovanim i školovanim biljkama. Kao argument može se navesti i podjednaki prosječni vitalitet neškolovanih i školovanih sadnica. Pri kraju četvrte vegetacije na terenu, školovane sadnice imale su prosječno više primarnih grana od neškolovanih sadnica, što je zasigurno rezultat presađnje sadnica u rasadniku. Ipak, zbog ekonomičnosti u rasadničkoj proizvodnji i kod pošumljavanja, treba strogo ograničiti uporabu većih i starijih sadnica samo na onim terenima na kojima su uvjeti za preživljenje lošiji.

Kvalitetne sadnice su one koje pokazuju dobre rezultate rasta i preživljenja nakon sadnje na teren (Duryea, 1985; Mattsson, 1997) uz povoljnu cijenu proizvodnje. Kvaliteta sadnice izravno je povezana s genetskim svojstvima, veličinom, vigorom, očekivanim stanišnim uvjetima nakon presađnje te utjecajem rukovanja, sadnje i čuvanja. Visina i promjer vrata korijena često se koriste kod procjene kvalitete sadnica u rasadniku i u većini slučajeva ove varijable koreliraju s preživljenjem i/ili rastom sadnica nakon presađnje (Thompson 1985; Bayley and Kietzka 1997; Jacobs et al. 2005). Prema Grossnickle (2005), preživljenje sadnica nakon sadnje u velikoj je ovisnosti o sposobnosti sadnice da naglo započne s rastom novog korijenja. Jacobs i dr. (2005) pišu kako model koji se sastoji od više morfoloških parametara bolje predviđa rast sadnica nakon presađnje za razliku od samo jednog morfološkog parametara. Istraživanje je provedeno u Central Hardwood Forest Region, USA sa sadnicama golog korijena tri vrste listača. U ovim istraživanjima koristili smo dvije varijante sadnica divlje kruške s obzirom na dob, što znači i početne razlike u visinama i promjeru vrata korijena. S obzirom da troškovi proizvodnje sadnica u rasadniku, kao i sadnje na terenu rastu sa starošću i veličinom biljaka, u novije vrijeme pronalaze se tehnološka rješenja koja omogućuju postizanje zadovoljavajućih dimenzija biljaka u što kraćem vremenu (mini-plug i sl.).

## Zaključci Conclusion

Kroz tri godine praćeno je preživljenje, visinski i debljinski rast jednogodišnjih neškolovanih (1+0) i dvogodišnjih školovanih (1+1) sadnica divlje kruške. Na kraju četvrte vegetacije na terenu evidentiran je broj primarnih grana i obavljena procjena vitaliteta sadnica. Školovane sadnice, u sve tri godine istraživanja, pokazale su bolje preživljenje u odnosu na neškolovane. Razlika u preživljenju u korist školovanih sadnica povećava se s brojem vegetacija na terenu, odnosno starosti sadnica (9,9 %, 10,9 %, 12,3 %).

Postotak preživljenja školovanih sadnica nakon tri vegetacije na terenu sporije opada za razliku od neškolovanih sadnica, što nam govori o većoj sigurnosti kod pošumljavanja školovanim sadnicama. Kod neškolovanih sadnica evidentirano je u prosjeku 1,57 % veće odumiranje vršnog izbojka. Zbog razvijenijeg korijenskog sustava (veći volumen), školovane biljke otpornije su između ostalog i na nepovoljne abiotске čimbenike (suša). Nakon tri vegetacije na terenu prosječna visina neškolovanih sadnica iznosila je 762 mm (360–1640 mm) a školovanih 1142 mm (520–2050 mm). Prosječni promjer vrata korijena neškolovanih sadnica iznosio je 12,15 mm (5,71–22,80 mm) odnosno školovanih 15,36 mm (6,49–26,29 mm). Utvrđene su statistički značajne razlike u visinama sadnica s obzirom na tretiranje, datume mjerenja i datum\*tretiranje odnosno u slučaju promjera vrata korijena s obzirom na tretiranje i datume mjerenja. Školovane sadnice imale su prosječno 392 mm veću visinu i 3,28 mm veći promjer vrata korijena od neškolovanih i statistički su se značajno razlikovale. Mann-Whitneyevim U testom utvrđena je statistički značajna razlika u visinama i promjerima vrata korijena neškolovanih i školovanih sadnica u svim datumima mjerenja. Korelacija između visine i promjera vrata korijena neškolovanih sadnica nakon sadnje na terenu bila je pozitivna i značajna ( $R^2 = 0,69$ ), dok je u slučaju školovanih sadnica bila pozitivna i visoka ( $R^2 = 0,79$ ). Također je utvrđena pozitivna i visoka korelacija između visine i promjera vrata korijena neškolovanih ( $R^2 = 0,74$ ) odnosno školovanih ( $R^2 = 0,77$ ) sadnica nakon prve vegetacije na terenu. Korelacija između visine i promjera vrata korijena neškolovanih sadnica nakon druge i treće vegetacije na terenu je pozitivna i značajna ( $R^2 = 0,64$  i  $0,66$ ) odnosno u slučaju školovanih sadnica pozitivna i visoka ( $R^2 = 0,80$ ). Pri kraju četvrte vegetacije na terenu, školovane sadnice imale su prosječno više primarnih grana za razliku od neškolovanih, dok je prosječni vitalitet bio podjednak. Pošumljavanje sadnicama divlje kruške moguće je obaviti neškolovanim i školovanim biljkama, no zbog ekonomičnosti u rasadničkoj proizvodnji te kod pošumljavanja, uporabu većih i starijih sadnica treba strogo ograničiti samo na onim terenima gdje su uvjeti za preživljenje lošiji.

## Literatura References

- Anstey, C., 1971: Survival and growth of 1/0 radiata pine seedlings. N. Z. J. For., 16: 77–81.
- Barnett, J.P., 1984: Relating seedling physiology to survival and growth in container-grown southern pines, pp. 157–176. In: Duryea, M. L. and Brown, G. N. (Eds) Seedling Physiology and Reforestation Success. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht/ Boston/ London.
- Bayley, A.D., J.W. Kietzka, 1997: Stock quality and field performance of *Pinus patula* seedlings produced under two nursery growing regimes during seven different nursery production periods. New Forest, 13: 341–356.

- Blair, R., F. Cech, 1974: Morphological seedling grades compared after thirteen growing seasons. *Tree Planters' Notes*, 25: 5–7.
- Chavassee, C.G.R., 1977: The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. *N. Z. J. For.*, 22: 283–296.
- Chavassee, C.G.R., 1980: Planting stock quality: A review of factors affecting performance. *N. Z. J. For. Res.*, 25: 144–171.
- Curtis, R.O., 1955: Use of graded nursery stock for red pine plantations. *Jour. For.*, 53: 171–173.
- Čmelik, Z., S. Perica, 2007: Dormantnost sjemena voćaka. *Sjemenarstvo* 24(1): 51–57.
- Dubravac, T., D. Vuletić, M. Pernek, B. Liović, V. Novotny, E. Paladinić, F. Ahmetović, S. Dekanić: 2008. Informativni priručnik za šumoposjednike. MRRŠVG, Zagreb. 97 pp.
- Duryea, M.L., 1985: Evaluating seedling quality: importance to reforestation. In: Duryea M.L. (ed.), *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, pp. 1–6.
- Ellis, R.H., T.D. Hong, E.H. Roberts, 1985: Handbook of seed technology for genebanks. Volume 2, Compendium of specific germination and test recommendations. Rome: FAO International Board of Plant Genetic Resources.
- Gill, J.D., F.L. Pogge, 1974: *Pyrus*, pear. In: *Seeds of woody plants in the United States*. Agriculture Handbook 450. Washington, DC: USDA Forest Service: 584–586.
- Grossnickle, S.C. 2005: The importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forest*, 30: 273–294.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F. Davies, 1990: Plant propagation: principles and practices. 5th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 662 pp.
- Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija. Stanbiro, Zagreb. 470 pp.
- Hofmann, H., 1993: Zur Verbreitung und Ökologie der Wildbirne (*Pyrus communis* L.) in Süd-Niedersachsen und Nordhessen sowie ihrer Abgrenzung von verwilderten Kulturbirnen (*Pyrus domestica* Med.). *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*, 81: 27–69.
- Jacobs, D.F., K.F. Salifu, J.R. Seifert, 2005: Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings. *New Forests*, 30: 235–251.
- Jaramillo, A., 1981: Review of techniques used to evaluate seedling quality. Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT-109: 84–95.
- Jensen, M., E.N. Eriksen, 2000: Development of primary dormancy in seeds of *Prunus avium* during maturation. *Seed Science Technol.*, 29: 307–320.
- Kotar, M., R. Brus, 1999: Naše drevesne vrste, Slovenska matica v Ljubljani. 320 pp.
- Lombard, P.B., M.N. Westwood, 1987: Pear rootstocks. In: Rom RC, Carlson RF, eds. *Rootstocks for fruit trees*. New York: Wiley: 145–183.
- Macdonald, B., 1986: Practical woody plant propagation for nursery growers. Portland, OR: Timber Press. 660 pp.
- Matic, S., M. Oršanić, 1998: Nastavno-pokusni šumski objekti Zagreb. U: J. Vukelić (ur.), *Sveučilišna šumarska nastava u Hrvatskoj 1898–1998*, knjiga četvrta „Nastavno-pokusni šumski objekti Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu”. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, pp 13–31.
- Matic, S., D. Delač, 2008: Uzgojni zahvati kao mjera povećanja vrijednosti privatnih šuma u Gorskom kotaru. *Šumarski list*, 3–4: 121–146.
- Mattsson, A., 1997: Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forest*, 13: 227–252.
- Mexal, J.G., T.D. Landis, 1990: Target seedling concepts: height and diameter. In: Rose, R., Campbell, S. J. and Landis, T. D. (Eds) *Proceedings, Target seedling symposium, Combined meeting of the Western Forest Nursery Associations*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Experiment Station, Gen. Tech. Rep. RM-200: 17–35.
- Mullin, R.E., J. Svaton, 1972: Agrading study with white spruce nursery stock. *Commonw. Forestry Review*, 51: 62–69.
- Mullin, R.E., C. Christl, 1981: Morphological grading of white spruce nursery stock. *Forestry Chronicle*, 57: 126–130.
- Mullin, R.E., C. Christl, 1982: Morphological grading of white pine nursery stock. *Forestry Chronicle*, 58: 40–43.
- Orešković, Ž., A. Dokuš, M. Harapin, T. Jakovljević, R. Maradin, 2006: Istraživanje Tehnologije Proizvodnje Voćkarica. *Rad. šumar. inst. Izvanredno izdanje*, 9: 65–73.
- Paganová, V., 2009: The occurrence and morphological characteristics of the wild pear lower taxa in Slovakia. *Hort. Sci. (Prague)*, 36(1): 1–13.
- Pawsey, C.K., 1972: Survival and early development of *Pinus radiata* as influenced by size of planting stock. *Australian Forestry Research*, 5: 13–24.
- Piotto, B., A. Di Noi, 2003: Propagation of Mediterranean trees and shrubs from seed, ANPA Handbook, Roma. 108 pp.
- Postman, J.D., 1992: Graft compatibility of different pome fruit genera. *Pomona*, 25(3):15–17.
- Prpić, B., 2003: Općekorisna uloga bukovih šuma. U: B. Prpić (ur.), *Obična bukva (Fagus sylvatica L.) u Hrvatskoj*, Zagreb, pp. 213–221.
- Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo, Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar-služba šumske proizvodnje, Beograd. 201 pp.
- Roloff, A., 1998: Der Baum des Jahres 1998: die Wildbirne (*Pyrus communis* L. sp. *pyraster* Gams.). In: Kleinschmit J., Soppa B., Fellenberg U. (eds.), *Die Wildbirne, Pyrus pyraster (L.) Burgsd. Tagung zum Baum des Jahres am 17. und 18. 3. 1998 in Göttingen*. Frankfurt am Main, J. D. Sauerländers: 9–15.
- Savolainen, O., F. Bokma, R. Garæia-Gil, P. Komulainen, T. Repo, 2004: Genetic variation in cessation of growth and frost hardiness and consequences for adaptation of *Pinus sylvestris* to climatic changes. *For. Ecol. Manage.*, 197: 79–89.
- Schmidt-Vogt, H., 1981: Morphological and physiological characteristics of planting stock – present state of research and research tasks for the future. *Proceedings. IUFROXVII World Congress*. 433–446.
- Seeley, S.D., H. Damavandy, 1985: Response of seed of seven deciduous fruits to stratification temperatures and implications for modeling. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110: 726–729.
- Stilinović, S., 1987: Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja, Univerzitet u Beogradu, Beograd. 455 pp.
- Stilinović, S., 1991: Pošumljavanje. IDP "Naučna knjiga", Beograd. 274 pp.
- Sutton, R.F., 1979: Planting stock quality and grading. *Forest Ecology and Management* 2. 123–132.



- Šatalić, S., Š. Štambuk, 1997: Šumsko drveće i grmlje jestivih plodova. Državna uprava za zaštitu okoliša, Zagreb. 143 pp.
- Šumarska enciklopedija II, grupa autora: 151–152 i 320–321 str. JLZ, Zagreb.
- Thompson, B.E., 1985: Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking. In: Duryea M.L. (ed.), Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Ability of Major Tests. Oregon State University, Corvallis, OR, pp. 59–71.
- Voltas, J., J. Pemán, F. Fusté, 2007: Phenotypic diversity and delimitation between wild and cultivated forms of the genus *Pyrus* in North-eastern Spain based on morphometric analyses. Genetic Resources and Crop Evolution, 54: 1473–1487.
- Vrbanc, K., L. Jakopc, I. Ilijaš, 2007: Priručnik tradicionalnih i autohtonih vrsta i sorata voćaka visokostablašica. Park prirode Žumberak – Samoborsko gorje. 80 pp.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet Zagreb. 310 pp.
- Wagner, I., 1995: Identifikation von Wildapfel (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) und Wildbirne (*Pyrus pyrastra* (L.) Burgsd.). Voraussetzung zur Generhaltung des einheimischen Wildobstes. Forstarchiv, 66: 39–47.
- Wagner, I., 1996: Zusammenstellung morphologischer Merkmale und ihrer Ausprägungen zur Unterscheidung von Wild- und Kulturformen des Apfel- (*Malus*) und des Birnbaumes (*Pyrus*). Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, 82: 87–108.
- Webster, A.D., 2005: Seed (generative/sexual) propagation of fruit trees and juvenility. U: Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production (J. Tromp, A.D. Webster i S.J. Wertheim eds), Backhuys Publishers, Leiden: 84–92.
- Westwood, M.N., H.O. Bjornstad, 1968: Chilling requirements of dormant seeds of fourteen pear species as related to their climatic adaption. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci., 92: 141–149.
- Young, J. A., C. G. Young, 1992: Seeds of Woody Plants in North America, Portland. 407 pp.
- <http://www.lovstvo.info/radovi/divljakruska.pdf>

## Summary:

The paper presents the results of a three-year research into reforestation with one-year-old non-transplanted (1+0) and transplanted (1+1) seedlings of wild pear. The experiments were set on a clear field of section 5b G.J. Dubrava Mokrice managed by the Faculty of Forestry, the University of Zagreb. The soil is pseudogleic and the altitude ranges from 125 to 130 m above sea level. The research focused on field survival, height growth, increment, numbers of primary branches and seedling viability. The transplanted seedlings showed a much better survival rate compared to the non-transplanted ones.

Better survival of transplanted seedlings increases with the number of growing seasons on the field, i.e. with the age of seedlings (9.9 %, 10.9 %, 12.3 %). The rate of terminal shoot dying was by 1.57% higher with non-transplanted seedlings. After three seasons the non-transplanted seedlings had an average height of 762 mm (360–1640 mm) whereas for the transplanted ones it was 1142 mm (520–2050 mm). The average root collar diameter of non-transplanted seedlings was 12.15 mm (5.71–22.80) and of the transplanted ones 15.36 mm (6.49–26.29). Statistically significant differences in seedling heights were established with respect to treatment, measurement dates and dates of treatment, and in root collar diameter with respect to treatment and measurement dates. The transplanted seedlings were on average by 392 mm higher and had a 3.28 mm larger root collar diameter compared to the non-transplanted ones, which are statistically significant differences. A statistically significant difference in heights and root collar diameter between non-transplanted and transplanted seedlings was established for all measurement dates. At the end of the fourth field season the transplanted seedlings had a larger number of primary branches compared to the non-transplanted ones while the average viability remained similar.

Both non-transplanted and transplanted seedlings can be used for reforestation. However, for economical purposes of nursery production and reforestation, the use of higher and older seedlings should be limited only to the areas with poor field survival.

---

KEY WORDS: wild pear, reforestation, seedlings, transplanted plants, survival, height growth, increment